

## 論文の内容の要旨

森林科学 専攻

平成 15 年度博士課程 入学

氏 名 Odair J. Manfroi  
オダイル ジョセ マンフロイ

指導教員名 鈴木 雅一

論文題目 Evaluating evaporation of intercepted rainfall in a lowland tropical forest in Sarawak, Malaysia by observation and modeling

(マレーシア・サラワク州の低地熱帯林における樹冠遮断蒸発の計測とモデル化)

森林の樹冠遮断プロセスは森林水循環など森林環境形成において重要であり、本研究は長期観測とそのモデル化によるマレーシア・サラワク州のランビル国立公園の低地熱帯林での樹冠遮断量を評価することを目的として行われた。

第 1 章では、森林が水循環に与える影響の研究における樹冠遮断の役割をはじめとする既往研究のレビューを踏まえた、本研究の目的と論文の構成が述べられている。熱帯雨林は樹木の空間的な分布が不均一なため、樹冠遮断量推定について広がりを持った領域における観測に基づく空間代表性のある推定方法が必要であるが、その実施が困難であり、特に東南アジアの熱帯林における調査事例が少ないことを論じた。また、推定された樹冠遮断量の一般性を論じるために、精度の高い微気象観測記録とともに比較することの必要性を示した。

第 2 章では、観測地と現地観測の概要および観測結果から作成されたデータセットについて示している。観測対象としたサラワク州ランビル国立公園の低地熱帯林における 4 ha の試験地は、胸高直径 1cm 以上の立木密度 6442 trees/ha、胸高断面積合計 42 m<sup>2</sup>/ha、葉面積指数 6.2 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>で、高木層はフタバガキ科の樹木が優占する低地熱帯林でも最も密な森林の一つといえる。この調査地には、林冠に直接接近し、また林冠上の大気環境を計測可能な高さ 93m を持つ林冠クレーンが設置されている。観測は林冠クレーンを取り囲む 4ha の対象地全体の樹冠遮断量を推定できる設計とした。樹冠遮断量 (IE) は、降雨量 (P)、樹冠通

過雨量 (TF)、樹幹流下量 (SF) を求めて、 $IE=P - TF - SF$ により求める。降雨量 (P) は調査区にある林冠調査クレーン上に置かれた雨量計とクレーン基部に置かれた雨量計の値より与えられる。樹冠通過雨量 (TF) は、一箇所の  $10m \times 10m$  の固定調査区における 3 年間の連続観測とほぼ 1 ヶ月ずつ移動する 22 箇所における  $10m \times 10m$  調査区の観測の組み合わせから推定する。それぞれの調査区には、20 個の林内雨量計 (受水部 20.5cm 径) が設置された。樹幹流下量 (SF) は、81 本の木について測定し、4ha の調査地の推定値を得る方法を用いた。

第 3 章では、固定調査区において 81 本の幹を流下する樹幹流下量が解析された。これらの木は  $10m \times 10m$  の固定調査区にある胸高直径 1cm 以上かつ樹高 1m 以上の木の全てと、固定調査地周辺の 3 本である。3 年間にわたるほぼ毎日の測定結果をもとに得られた結果は、 $10m \times 10m$  の固定調査区では 2466mm / 年の年平均降雨量に対して年樹幹流下量 3.1%、76.1mm であり、直径 10cm 以下の木からの樹幹流下量はその 77% を占める。熱帯林における既往の観測で直径 10cm 以下の木が測定された事例は少なく、下層木からの樹幹流下量の情報はその割合の大きさとともに新たな知見である。また、固定調査区で 1 降雨毎の樹幹流下量は、降雨量 P に対して  $SF = -0.18 + 0.042P$  ( $R^2=0.96$ , 降雨事例: 148) の関係が得られた。

第 4 章では、1)  $10m \times 10m$  の固定調査区における 20 個の林内雨量計による樹冠通過雨量と樹冠遮断量、2) それぞれ 20 個の林内雨量計を置いた 22 箇所の  $10m \times 10m$  移動調査区の樹冠通過雨量と 4ha 調査区内 560 地点の樹冠通過雨量についての結果を示し、3) 4ha 調査区全体の樹冠通過雨量、樹幹流下量、樹冠遮断量を示した。固定調査区における 3 年間の樹冠通過雨量は、降雨量の 85% であった。固定調査区で 1 降雨毎の樹冠通過雨量は、降雨量 P に対して  $TF = -0.82 + 0.899P$  ( $R^2=0.99$ , 降雨事例: 148) の関係が得られた。また、樹幹流下量の結果とあわせて固定調査区の樹冠遮断量は、年降水量の 12%、295mm / 年を得た。一雨 10mm 以上の事例について降雨に対する 560 地点で測定した樹冠通過雨量の比は、地点ごとに大きく異なるだけでなく、31% の地点で降水量以上の樹冠通過雨量が記録された。これらの地点では、枝葉からの集中滴下が生じていると考えられる。22 箇所の  $10m \times 10m$  移動調査区の樹冠通過雨量を固定調査区と比較すると、固定調査区より大きい値を示すことが多く、 $10m \times 10m$  調査区毎の樹冠通過雨量の大小は調査区の植生現存量と対応する結果であった。固定調査区で樹冠通過雨量が少ないのは植生現存量が多いことによると考えられる。4ha 全域の樹冠通過雨量推定値は、固定調査区の観測値に比べ 3% 少ないと見積もられた。3 年間の観測に基づく 4ha 調査区における降雨量に対する樹冠通過雨量、樹幹流下量、樹冠遮断量の割合は、それぞれ 88%、3.5%、8.5% となった。得られた樹冠遮断量は、210mm / 年である。

第 5 章では、10 分間隔の樹冠上微気象データを入力し、蒸発をペンマン・モンティース式で計算する濡れた樹冠の水収支モデルを用いて、3 年間の観測期間の樹冠通過雨量、樹幹流下量、樹冠遮断量の再現計算をおこなった。4 ha 調査区の再現計算では樹冠付着水分容量が 0.75mm、 $10m \times 10m$  固定調査区の樹冠付着水分容量が 1.7mm のときに、最適の再現

結果となった。0.75mm および 1.75mm という樹冠付着水分容量は、いずれもアマゾン川流域の熱帯雨林における既往報告の範囲内にあるが、温帯の常緑針葉樹林での報告に比べて小さい数値である。降雨回数が多い熱帯林では、降雨による樹冠の濡れ時間を減少させる葉の形状を持つようになっていると考えられる。一方、一降雨毎の樹冠遮断量のモデル計算値は観測値との対応が低く、観測された樹冠遮断量が大きい事例で過小評価、小さい事例で過大評価になる傾向があった。モデル計算値と観測値の差は、風速など降雨事例毎の気象条件と関係しておらず、一降雨毎の降水量のわずかな観測誤差が原因である可能性が高い。

第6章では、前章までの結果を総括し結論とした。従来、熱帯林の樹冠遮断量についてはアマゾン川流域の観測事例が多く、東南アジアの熱帯雨林の情報はわずかしかなく、その報告事例も樹冠遮断量が多いとするものと少ないとするものが混在する状況であった。本研究では、アマゾン川流域で行われた事例を含め過去のどの観測事例より、樹冠通過雨量測定点と樹幹流量測定木の数が多く、また観測された期間が3年間と長い詳細な記録を取得し、それをを用いて4haという広がりを持った領域の樹冠遮断量が推定された。本研究で示された樹冠遮断量推定結果は、年降水量の10%前後で年々変動が少ないというアマゾン川流域の既往報告の多くとほぼ同様の結果であった。モデル計算から得られた樹冠付着水分容量とともに、今後の東南アジア熱帯林の水循環評価において、常に参照される成果と位置づけることができる。